

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-129272

(43)Date of publication of application : 09.05.2002

(51)Int.Cl.

C22C 23/02

(21)Application number : 2000-331857

(71)Applicant : AHRESTY CORP

(22)Date of filing : 31.10.2000

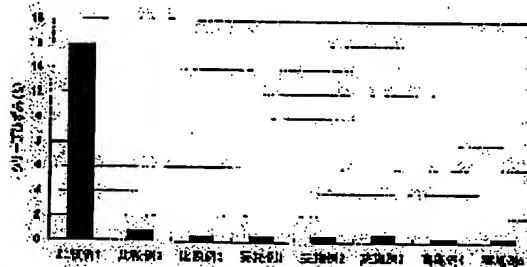
(72)Inventor :
ISHIDA TAKETOSHI
KAMATSUCHI SHIGEHARU
TAKEDA HIDE

(54) MAGNESIUM ALLOY FOR DIECASTING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnesium alloy for diecasting which is excellent in castability (fluidity), hot cracking resistance and high temperature creep resistance.

SOLUTION: This magnesium alloy has a composition containing, by weight, 0.5 to 4% zinc, 4 to 10% aluminum, 1 to 3% calcium and $\leq 3\%$ rare earth elements, and the balance magnesium with inevitable impurities.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-129272
(P2002-129272A)

(43)公開日 平成14年5月9日(2002.5.9)

(51)Int.Cl.
C 2 2 C 23/02

識別記号

F I
C 2 2 C 23/02

キーワード(参考)

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-331857(P2000-331857)

(22)出願日 平成12年10月31日(2000.10.31)

(71)出願人 000005256

株式会社アーレスティ

東京都板橋区坂下2丁目3番9号

(72)発明者 石田 武敏

栃木県栃木市城内町2-26-13 ユーミー
2-1-204

(72)発明者 鎌土 重晴

新潟県長岡市深沢町1769-1 深沢宿舍2
-101

(72)発明者 武田 秀

埼玉県比企郡川島町八幡1-8-12

(74)代理人 100090619

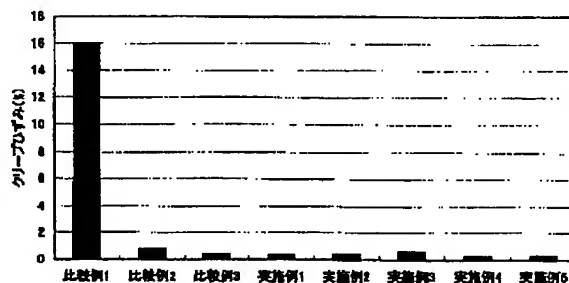
弁理士 長南 満輝男 (外2名)

(54)【発明の名称】 ダイカスト用マグネシウム合金

(57)【要約】

【課題】 铸造性(湯流れ性)に優れ且つ熱間割れが生じにくく、耐高温クリープ性にも優れたダイカスト用マグネシウム合金を提供すること。

【解決手段】 重量比で、亜鉛0.5~4%、アルミニウム4~10%、カルシウム1~3%、希土類元素3%以下を含み、残部がマグネシウム及び不可避免の不純物からなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量比で、亜鉛0.5～8%、アルミニウム1～10%、カルシウム1～3%、希土類元素3%以下を含み、残部がマグネシウム及び不可避免の不純物からなる事を特徴とするダイカスト用マグネシウム合金。

【請求項2】 重量比で、亜鉛0.5～4%、アルミニウム4～10%、カルシウム1～3%、希土類元素1～3%を含み、残部がマグネシウム及び不可避免の不純物からなる事を特徴とするダイカスト用マグネシウム合金。

【請求項3】 重量比で、マンガン0.10～2.0%を含む請求項1又は2記載のダイカスト用マグネシウム合金。

【請求項4】 重量比で、マンガン0.15～1.50%を含む請求項1又は2記載のダイカスト用マグネシウム合金。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ダイカスト用マグネシウム合金に関し、更に詳しくは、自動車用部品、特にエンジン回りの部品のように高温下にさらされると同時に耐高温クリープ性が求められる製品を成形するのに用いられるダイカスト用マグネシウム合金に関するものである。

【0002】

【従来の技術】マグネシウム合金で成形された製品は、鉄系合金はもちろんのことアルミニウム合金で成形された製品と比べても軽量であり、強度と軽量化が求められる製品を成形するための素材としてダイカスト casting 可能なマグネシウム合金が注目されている。

【0003】ダイカスト casting が可能なマグネシウム合金として、JIS規格にはMg-Al-Zn-Mn系合金(AZ91D合金)やMg-Al-Mn系合金(AM60B合金)等があるが、これらのマグネシウム合金は120℃程度の高温下で強度が低下してしまうので、エンジン回りの部品のように耐熱強度が要求される製品には使用できない。

【0004】そこで、マグネシウム合金の耐熱強度を改良するべく、希土類元素(RE)を添加したMg-Al-RE(Rare Earth)系合金が、米国ダウ・ケミカル社などから提案された。しかし、例えば米国ダウ・ケミカル社から提案されたAE42規格のマグネシウム合金は、耐高温クリープ強度が十分ではないので、150℃程度の高温下にさらされると同時に高温下においてボルトで締結されるような加圧された状態で耐熱強度が要求される製品には使用できず、エンジン回りの部品に使用された例はない。加えて、既知のマグネシウム合金はいずれも、ダイカスト casting に際して流動性(いわゆる、溶湯の湯流れ性、以下同じ。)や熱間割れ性(铸造直後に発生する高熱割れのことを言う。)などの铸造性に問題があり、量産製品への使用には不向きであった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】一般的に、マグネシウム合金に亜鉛を添加すると、ダイカスト casting 時の铸造性(湯流れ性)は向上するが亜鉛の増加に伴って耐高温クリープ性が低下すると思われており事実そうであるが、本発明者等は、同時に所要量のアルミニウムとカルシウム及び希土類元素を添加することにより、耐高温クリープ性を向上させることが可能であることを見出した。

【0006】本発明はこのような知見に基づいてなされたものであり、ダイカスト casting に際して铸造性(湯流れ性)に優れ且つ熱間割れが生じにくく、よって量産製品の铸造に適すると共に、耐高温クリープ性に優れ、加圧された状態で耐熱強度が要求されるエンジン回りの部品のような製品にも使用可能なダイカスト用マグネシウム合金を提供せんとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】斯かる目的を達成する本発明のダイカスト用マグネシウム合金は、重量比で、亜鉛0.5～8%、アルミニウム1～10%、カルシウム1～3%、希土類元素3%以下を含み、残部がマグネシウム及び不可避免の不純物からなる事を特徴としたものである(請求項1)。この際、铸造性(湯流れ性)をより向上させ熱間割れを生じにくく且つ耐高温クリープ性を向上させるために、前記亜鉛成分を重量比で0.5～4%とし、アルミニウム成分を重量比で4～10%、希土類元素成分を重量比で1～3%とすることが好ましい(請求項2)。

また、耐高温クリープ性をより向上させるために、前記ダイカスト用マグネシウム合金にマンガンを、重量比で0.10～2.0%(請求項3)、更に好ましくは0.15～1.50%添加する(請求項4)。上記希土類元素としては、スカンジウム、イットリウム、ランタン、セリウム、プラセオジウム、ネオジウム、プロメチウム、サマリウム、ユウロビウム、ガドリニウム、テルビウム、ジスプロシウム、ホルミウム、エルビウム、ツリウム、イッテルビウム、ルテチウム、から選ばれた1種または2種以上を用いることができるが、これらの希土類元素は単体として分離すると非常に高価であるので、実際の添加に際しては、比較的安価でセリウム、ランタン、プラセオジウム、ネオジウム、サマリウム、等を含んでいるセリウム族希土類の自然合金であるミッシュメタルを用いることが好ましい。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的に説明する。本発明に係るダイカスト用マグネシウム合金は、重量比で亜鉛(Zn)を0.5～8%、アルミニウム(Al)を1～10%、カルシウム(Ca)を1～3%、そして希土類元素(RE)を3%以下含み、残部がマグネシウム及び不可避免の不純物からなるものと、上記成分に更にマンガン(Mn)を0.10～2.0%含むものからなる。

【0009】Zn（亜鉛）成分は、マグネシウム合金としての凝固範囲を広げてダイカスト鑄造時における流動性を向上させるはたらきがある反面（図1参照）、Zn成分の増加に伴って熱的に不安定なMg-Zn化合物が増加し、耐高温クリープ性が低下する傾向が見られる（図2参照）。また、Mg-Zn化合物が多量に存在すると、熱間割れが発生しやすくなる傾向も見られる（図3参照）。しかし、同時に添加するAl（アルミニウム）成分と協働して、熱的に安定なMg₃₂（Al, Zn）₄₉化合物が析出して耐高温クリープ性を向上させると同時に、Mg-Zn化合物の発生を抑制して熱間割れを抑制する傾向も見られた。そこで、本発明に係るマグネシウム合金においては、Zn成分を重量比で最大0.5%～8%の範囲で添加し、好ましくは0.5%～4%の範囲、更に好ましくは2%～4%の範囲で添加する。すなわち、図1に示す通り、Zn成分が0.5重量%未満ではダイカスト鑄造時における流動性（湯流れ性）の向上効果を発揮し得なくなり、1重量%以上を添加することが好ましい。しかし、図2に示す通り、Zn成分の増加に伴って耐高温クリープ性が低下する傾向が見られ、図3に示す通り、Zn成分が4重量%を超えると熱間割れが発生しやすくなり、8重量%を超えると熱間割れが極端に発生しやすくなる。従って、Zn成分の添加量を、重量比で最大0.5%～8%の範囲、好ましくは0.5%～4%の範囲とするものである。

【0010】Al（アルミニウム）成分は、Mg-Zn合金に添加することにより、熱的に安定なMg₃₂（Al, Zn）₄₉化合物が析出して耐高温クリープ性を向上させる（図4参照）と同時に、熱間割れを抑制するはたらきがある（図5参照）が、Al成分の増加に伴って金属間化合物量も増加し、粒界析出過多により脆性が低下するので、本発明のマグネシウム合金においては、Al成分を重量比で1%～10%の範囲で添加し、好ましくは4%～10%の範囲で添加する。すなわち、図4に示す通り、Al成分が重量比で1%未満では耐高温クリープ性を向上させる効果をほとんど発揮し得なくなり、好ましくは4重量%以上を必要とし、また図5に示す通り、Al成分が4重量%未満では熱間割れを抑制するはたらきをほとんど発揮し得なくなり、10重量%を超えると熱間割れが極端に多くなってしまふ。従って、本発明に係るマグネシウム合金においては、Al成分の添加量を、重量比で1%～10%の範囲、好ましくは4%～10%の範囲とするものである。

【0011】Ca（カルシウム）成分は、熱的に不安定なMg-Zn合金と化合してMg-Zn-Ca化合物となって耐高温クリープ性を向上させるはたらきがある

（図6参照）反面、添加量の増加に伴って金属間化合物量が増加して熱間割れが発生しやすくなる傾向が見られる（図7参照）、しかも溶湯の見かけの粘度が上昇して製品に湯境不良が発生しやすくなる傾向も見られる（図8

参照）。そこで、本発明のマグネシウム合金においては、Ca成分を重量比で1%～3%の範囲で添加するものである。Ca成分が1重量%未満では、図6に示す通り、耐高温クリープ性を向上させる効果がほとんど期待できなくなり、かと言ってCa成分が3重量%を超えると、図7及び図8に示す通り、熱間割れ及び湯境不良の発生率が極端に多くなってしまふ。また、本発明のマグネシウム合金では、Ca成分を上記の範囲で添加することにより、金属間化合物であるAl-Ca系化合物が生成され、この化合物がデンドライトまたはα結晶粒界の全面を覆うことにより鑄造金属組織の脆弱化が抑制されるようになる。

【0012】RE（希土類元素）成分は、Mg-RE系化合物を生成すると共に、同時に添加するAl成分と化合してAl-RE系化合物を生成することにより、耐高温クリープ性を向上させるはたらきがある（図9参照）。すなわち、デンドライトまたはα結晶粒界を覆うAl-Ca系化合物と相俟って、得られた合金における高温域での変形抵抗が高くなり、耐高温クリープ性を向上させるものである。しかし、RE成分の増加はマグネシウム合金としてコストアップをもたらすと同時に、金属間化合物量が増加して熱間割れが発生しやすくなる

（図10参照）ので、本発明のマグネシウム合金においては、RE成分を重量比で3%以下、好ましくは1%～3%の範囲で添加する。RE成分が1重量%未満では、耐高温クリープ性を向上させる効果がほとんど期待できなくなり、RE成分が3重量%を超えると図10に示した通り、熱間割れが多くなってしまふ。

【0013】Mn（マンガン）成分は、Zn-Al-Ca-REを含むマグネシウム合金に添加することにより、Mg成分に固溶して、固溶強化による耐力を向上させると共に、高温での耐クリープ性を向上させるはたらきがある（図11参照）。そこで、本発明のマグネシウム合金においては、Mn成分を重量比で0.10～2.0%の範囲で添加し、好ましくは0.15%～1.50%の範囲で添加する。Mn成分が0.10重量%未満では、図11に示す通り、耐高温クリープ性を向上させる効果がほとんど期待できなくなり、かと言ってMn成分が2.0重量%を超えると、図12に示す通り、熱間割れの発生率が極端に多くなってしまふ。

【0014】下記の表1に、本発明の実施例と比較例について、合金組成とクリープひずみ及び鑄造性に関するデータをまとめて示す。尚、合金組成中のRE（希土類元素）としては、セリウム50重量%、ランタン25重量%、プラセオジウム4重量%、ネオジウム20重量%、サマリウム1重量%、を含むミッシュメタルを用いた。また、本実施例では、金型温度200℃、鑄造温度700℃、鑄造圧力60MPa、でダイカスト鑄造し、クリープ試験は175℃の温度下で50MPaの応力をかけて行なった。

【0015】

【表1】

実施例	合金組成 (wt%)					強度		鑄造性			
	Zn	Al	Ca	RE	Mn	クリープひずみ		湯流れ性		熱間割れ性	
						(%)	判定	流動長(mm)	判定	発生率(%)	判定
実施例1	2	4	1	3	—	0.38	○	195	○	0	○
実施例2	4	4	1	3	—	0.4	○	205	○	0	○
実施例3	8	4	1	3	—	0.55	△	221	○	3	△
実施例4	2	6	2	3	0.4	0.28	○	190	○	0	○
実施例5	1	7	1	3	0.4	0.3	○	180	○	0	○
比較例1	1	9	—	—	—	16	×	180	○	2	△
比較例2	—	4	—	2	—	0.7	△	80	×	55	×
比較例3	1.1	2.2	0.5	2.8	0.3	0.43	○	150	△	17	×

備考

- ① 比較例1は、JIS規格のAZ91D材である。
 ② 比較例2は、米国ダウケミカル社のAE42材である。
 ③ 比較例3は、特開平7-331375号公報に開示された実施例材である。

【0016】上記表1から明らかなように、本発明に係るマグネシウム合金を用いてダイカスト鑄造したものは、比較例（マグネシウム合金のJIS規格品であるAZ91D材、米国ダウ・ケミカル社規格のAE41材など）と比較しても、クリープひずみ(%)が0.3%~0.6%内にあり、鑄造時における流動長が190mm~221mmと十分に長く、しかも熱間割れの発生率が0%~3%程度であり、鑄造性にも優れたものであることが理解される。

【0017】

【発明の効果】本発明に係るダイカスト用マグネシウム合金によれば、ダイカスト鑄造に際して鑄造性（湯流れ性）に優れ且つ熱間割れが発生しにくくなり、よって、量産製品のダイカスト鑄造に適すると共に、耐高温クリープ性にも優れ、加圧された状態で耐熱強度が要求されるエンジン回りの部品のような製品にも使用が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明実施例におけるZn成分増加に伴う流動長（湯流れ性）への影響を示すグラフ。

【図2】 本発明実施例におけるZn成分増加に伴うクリープひずみへの影響を示すグラフ。

【図3】 本発明実施例におけるZn成分増加に伴う熱間割れへの影響を示すグラフ。

【図4】 本発明実施例におけるMg-Zn合金にAl成分を添加したときのクリープひずみへの影響を示すグラフ。

【図5】 本発明実施例におけるMg-Zn合金にAl

成分を添加したときの熱間割れへの影響を示すグラフ。

【図6】 本発明実施例におけるMg-Zn-4Al合金にCa成分を添加したときのクリープひずみへの影響を示すグラフ。

【図7】 本発明実施例におけるMg-Zn-4Al合金にCa成分を添加したときの熱間割れへの影響を示すグラフ。

【図8】 本発明実施例におけるMg-Zn-4Al合金にCa成分を添加したときの湯境不良発生への影響を示すグラフ。

【図9】 本発明実施例におけるMg-Zn-4Al-1Ca合金にRE成分を添加したときのクリープひずみへの影響を示すグラフ。

【図10】 本発明実施例におけるMg-Zn-4Al-1Ca合金にRE成分を添加したときの熱間割れへの影響を示すグラフ。

【図11】 本発明実施例におけるMg-Zn-Al-Ca-RE合金にMn成分を添加したときのクリープひずみへの影響を示すグラフ。

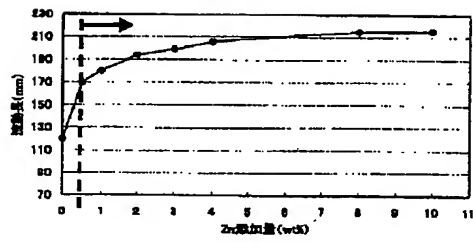
【図12】 本発明実施例におけるMg-Zn-Al-Ca-RE合金にMn成分を添加したときの熱間割れへの影響を示すグラフ。

【図13】 本発明実施例と比較例における耐高温クリープ性を示すグラフ。

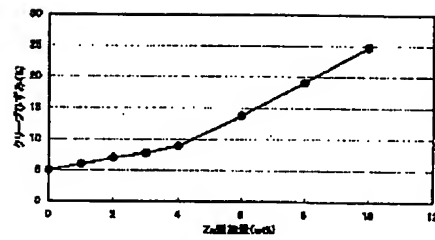
【図14】 本発明の実施例と比較例における流動長（湯流れ性）を示すグラフ。

【図15】 本発明の実施例と比較例における熱間割れ性を示すグラフ。

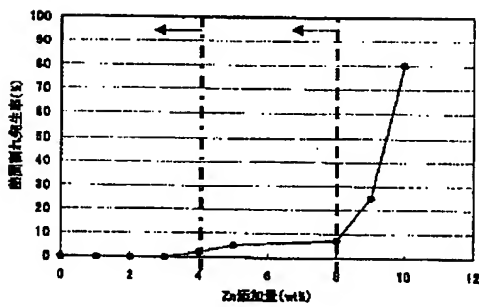
【図1】



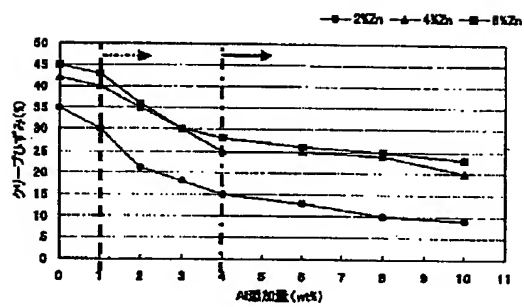
【図2】



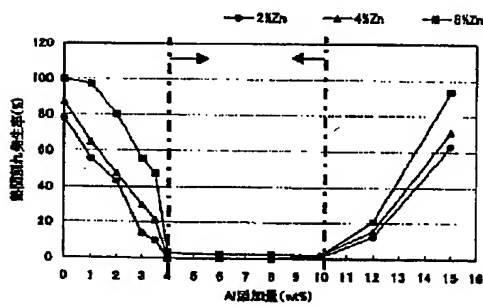
【図3】



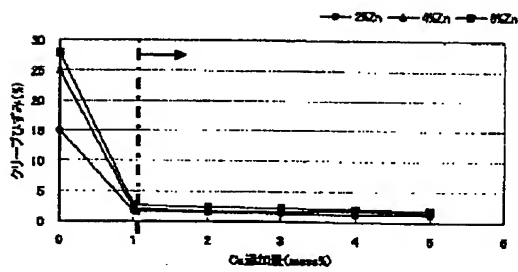
【図4】



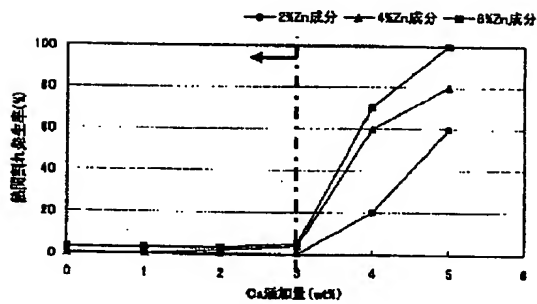
【図5】



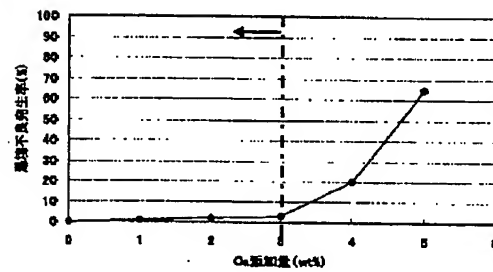
【図6】



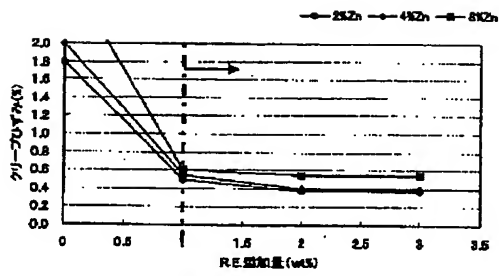
【図7】



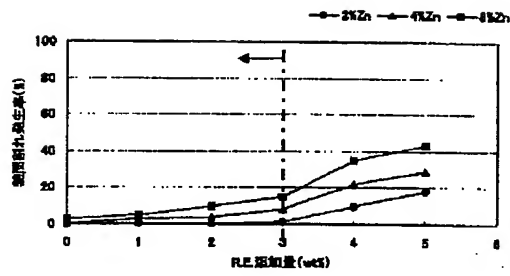
【図8】



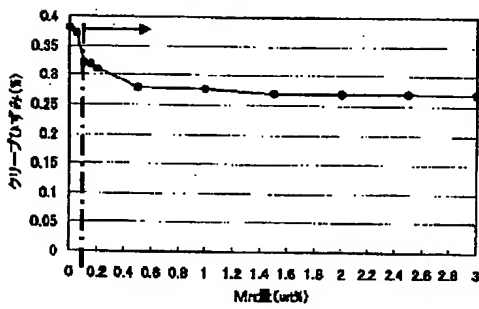
【図9】



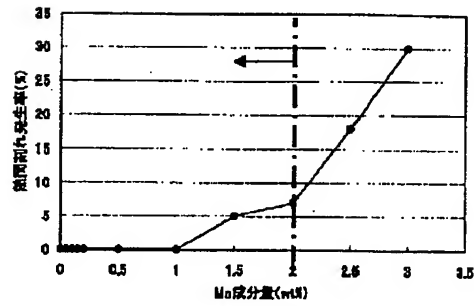
【図10】



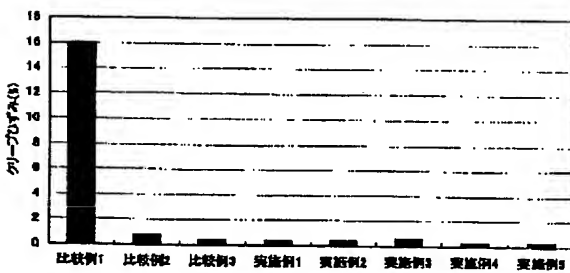
【図11】



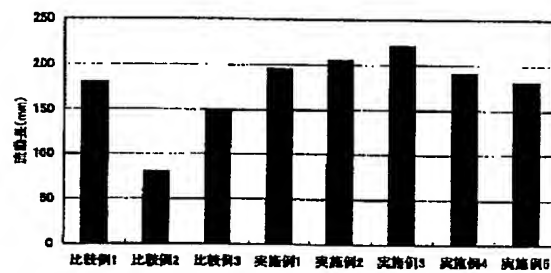
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

